PENGARUH PENAMBAHAN BEESWAX DAN GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK POLIBLEND GLUKOMANAN – POLIVINIL ALKOHOL (PVA)

Sari Purnavita[*] dan Ayu Anggraeni
Program Studi D III Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya
[*]Email: Saripurnavita@yahoo.com

Abstrak

Poliblend glukomanan–PVA dengan penambahan beeswax dan gliserol berpotensi menjadi alternatif bahan pengemas biodegradable. Pada penelitian ini, gliserol dan beeswax ditambahkan pada poliblend glukomanan–PVA rasio 1:2, diikuti pemanasan suhu 80^oC selama 30 menit.. Tujuan dari penambahan beeswax dan gliserol adalah untuk memperbaiki karakteristik poliblend yang dihasilkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan beeswax (0g;0.03g;0.06g;0.09g;0.12g) dan gliserol (5ml,10 ml,15ml) terhadap karakteristik film kemasan meliputi ketebalan, kuat tarik, kemuluran, laju transmisi uap air, presentase kelarutan dalam air dan morfologi. Dari hasil penelitian diperoleh ketebalan film kemasan terbaik pada penambahan beeswax 0.12 gram dan gliserol 15 ml. untuk hasil uji kuat tarik dan persen elongasi terbaik pada penambahan beeswax 0.06 gram dan gliserol 5ml. Pada uji permeabilitas uap air hasil terbaik diperoleh pada penambahan beeswax 0,12 gram dan gliserol 5ml, untuk hasil presentase kelarutan dalam air terbaik diperoleh pada penambahan beeswax 0.12 gram dan 5 ml gliserol.

Kata kunci : *Film kemasan, beeswax, gliserol, poliblend, glukomanan, PVA*

1. PENDAHULUAN

Produk pangan merupakan produk yang mudah mengalami kerusakan, karena proses kimia dalam bahan, mikrobiologi dan faktor fisik (Muranyi, 2013). Untuk melindungi produk dari kerusakan, produk biasanya diberi kemasan. Sebagian besar kemasan yang digunakan saat ini, tidak dapat atau sulit terurai secara alami (*non-biodegradable)*, yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif penggunaan bahan pembuat kemasan yang bersifat *biodegradable.*

Kemasan biodegradable merupakan kemasan yang dapat hancur secara alami. Menurut Pranamuda (2003), plastik *biodegradable* adalah plastik yang terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida. Syarat f*ilm* kemasan yaitu bersifat fleksibel, mampu menghambat keluar masuknya gas dan uap air, serta dapat dihancurkan secara alami maupun mikrobiologis (Paramawati, 2007).

Glukomanan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan *film* kemasan karena dapat membentuk struktur serat-serat halus (Irsani, 2016). *Film* kemasan yang dibuat dari glukomanan saja memiliki sifat mudah sobek, sehingga perlu ditambahan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas, mengurangi resiko mudah sobek dan hancurnya *film* kemasan.

Gliserol mampu menurunkan gaya intermolekuler sepanjang rantai polimer, dan menyebabkan *film* dari polisakarida akan lentur (Rodriguez *et al*., 2006). Gliserol mudah larut dalam air (hidrofilik) sehingga sesuai untuk bahan pembentuk *film* dari polisakarida (Krisna, 2011). Bentuk cair gliserol lebih menguntungkan karena proses pencampuran dengan bahan lain lebih mudah (Anker, *et al*., 2000).

Semakin banyak gliserol yang ditambahkan, fleksibilitas dan permeabilitas suatu film kemasan akan meningkat. Hal ini tidak sesuai dengan persyaratan kemasan yang baik, dengan semakin tinggi nilai permeabilitas, maka kemasan dianggap tidak mampu melindungi produk secara maksimal dari pengaruh uap air, oksigen, dan karbondioksida yang memicu terjadinya kerusakan pada produk.

Beeswax merupakan komponen lipid yang dapat digunakan untuk menurunkan permeabilitas suatu film kemasan. Pemilihan bahan didasarkan kemudahan terdegradasi, harga relatif murah, dan mudah diperoleh.

Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua variable, yaitu massa *beeswax* yang terdiri dari 5 jenis perlakuan., dan volume gliserol yang terdiri dari 3 jenis perlakuan, dengan dua kali ulangan Pada penelitian ini, parameter yang diukur meliputi ketebalan film,

kelarutan dalam air, transmisi uap air, tensile strength, persen elongasi dan morfologi.

2. METODOLOGI

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung glukomanan, gliserol, PVA, dan *beeswax*. Alat yang digunakan yaitu: gelas ukur, plat plastik, *hot plate*, *magnetic stirer*, pengaduk, oven, termometer, ayakan, neraca analitik, beaker glass, gelas arloji, cawan dan makrometer

Pada bagian awal, 6 gram PVA dilarutkan dalam 100 ml aquades, dipanaskan pada suhu 70^{o}C. Pada tempat lain 3 gram glukomanan dilarutkan dalam 200 ml aquades, kemudian disaring untuk mendapatkan filtrat. Setelah PVA larut, kemudian ditambahkan glukomanan, gliserol, dan *beeswax* sambil dipanaskan hingga suhu 80^{o}C. Kemudian ukur volume larutan 200 ml dan tuang pada cetakan. Lakukan pengeringan pada suhu 60^{o}C selama 24 jam, selanjutnya melakukan pengamatan karakteristik *film* kemasn.

Penentuan Ketebalan Film

Ketebalan diukur dengan menggunakan mikrometer. Ketebalan diukur pada 5-7 titik yang berbeda

Penentuan presentase kelarutan dalam air

Sampel dipotong dengan ukuran 2x2 cm, diletakkan dalam cawan alumunium yang terlebih dahulu sudah dikeringkan dan ditimbang beratnya. Sampel *film* dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 100^{o}C, selama 30 menit. Timbang berat sampel kering sebagai berat kering awal (wo), kemudian sampel direndam selama 20 jam dalam 10 ml aquades. Persentase kelarutan sampel dalam air (S) dihitung dengan persamaan:

$$S = \frac{w_0 - w_1}{w_0} \times 100\%$$

Pengukuran laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air (WVTR) ditentukan secara gravimetri dengan memodifikasi metode yang dikemukakan oleh Xu *et al*. (2005). Sampel film yang akan diuji ditutupkan pada cawan yang didalamnya berisi 3 gram silika gel, dan selanjutnya ditempatkan dalam wadah yang berisi larutan garam NaCl 20% (b/v) (RH = 75%). Uap air yang terdifusi melalui film diserap oleh silika gel sehingga menambah beratnya. Berat cawan dicatat setiap jam selama 6 pengamatan. Data yang diperoleh dibuat persamaan regresi linier, dan ditentukan slope-nya. Laju transmisi uap air ditentukan dengan persamaan:

$$WVTR = \frac{\text{slope kenaikan berat cawan (g/jam)}}{\text{luar permukaan film (m2)}}$$

Pengukuran kadar air

Sampel ditimbang sebanyak 2-5 gram pada cawan porselin. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 5 jam pada suhu 100 °C – 105 °C atau sampai beratnya menjadi konstan. Kehilangan berat tersebut dihitung sebagai presentase kadar air dan dihitung dengan rumus

$$Kadar\ air = \frac{massa\ awal - massa\ konstan}{massa\ awal} \times 100\%$$

Penentuan *Tensile Strength* dan Persen Elongasi

Untuk mengetahui *tensile strength* dan elongasi *film* dilakukan dengan menggunakan alat Imada Force Measurement tipe ZP-200N. Rumus untuk menghitung *tensile strength* dan persen elongasi *film* kemasan :

$$Tensile\ strength\ \left(N/cm^2\right) - \frac{Gaya}{Satuan\ Luas\ (cm^2)}$$

$$Elongasi\ (\%) - \frac{Perpanjangan\ edible\ film\ (cm)}{Panjang\ awal\ edible\ film} \times 100\%$$

Pengamatan Morfologi *Film* Kemasan

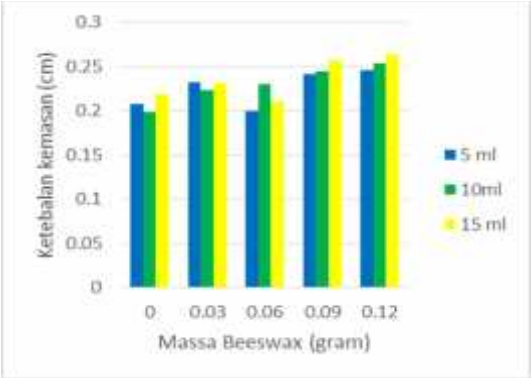
Permukaan sampel diamati menggunakan mikroskop. Sampel diambil beberapa bagian kecil lalu diletakkan di kaca preparat dan diamati permukaannya dengan mengatur perbesaran pada mikroskop sehingga bentuk permukaan sampel dapat teramati dengan baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Ketebalan Film Kemasan

Pada percobaan ini, didapatkan hasil pada variable gliserol 5 ml optimal di penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram yaitu ketebalan plastik 0,246 cm. Pada penambahan 10 ml giserol di dapatkan ketebalan kemasan optimal dengan penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram yaitu 0,254 cm. Sedangkan pada penambahan gliserol 15 ml didapatkan ketebalan yang optimal pada penambahan *beeswax* 0,12 gram yaitu 0,264 cm. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram dengan penambahan gliserol

sebanyak 15 ml, hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

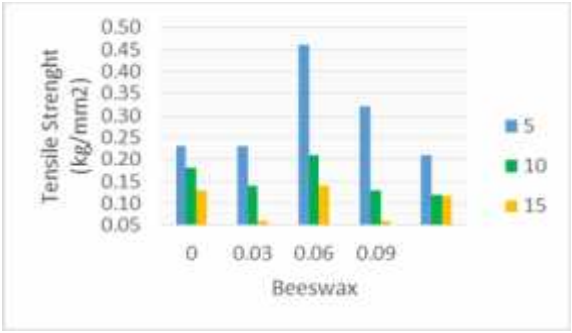


Gambar 1 Pengaruh penambahan *beeswax* dan gliserol terhadap ketebalan *film* kemasan

Berdasarkan grafik pada gambar 1 semakin banyak bahan yang ditambahkan maka ketebalan film akan meningkat. Berdasarkan analisa ANNOVA yang dilakukan, penambahan massa *beeswax* berpengaruh nyata terhadap ketebalan plastik yang di hasilkan. Pada Gambar 1 selaras dengan penelitian yang telah dilakukan Sumarto (2008) dimana ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan, ketebalan (tinggi) cetakan dan volume larutan. Pada grafik gambar 1 dapat disimpulkan bahwa penambahan *beeswax* dan gliserol berpengaruh terhadap ketebalan kemasan. Semakin tinggi total padatan di dalam campuran maka ketebalan kemasan juga semakin tinggi. Ketebalan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap penggunaan *film* sebagai pengemas, semakin tebal film yang dihasilkan maka semakin baik kemampuan pengemas untuk melindungi produk.

b. Hasil *tensile strength film* kemasan

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui ketahanan *film* kemasan terhadap tarikan maksimal sebelum *film* putus atau sobek. Pada percobaan ini, didapatkan hasil kuat tarik pada variable gliserol 5 ml optimal di penambahan *beeswax* sebanyak 0,06 gram sebesar 0,46 kg/mm^2. Pada penambahan 10 ml giserol di dapatkan kuat tarik optimal dengan penambahan *beeswax* sebanyak 0,06 gram sebesar 0,21 kg/mm^2. Sedangkan pada penambahan gliserol 15 ml didapatkan kuat tarik yang optimal pada penambahan *beeswax* 0,06 gram sebesar 0,14 kg/mm^2. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,06 gram dengan penambahan gliserol sebanyak 5 ml, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh penambahan *beeswax* dan gliserol terhadap *tensile strength film* kemasan

Berdasarkan grafik pada gambar 2, adanya penambahan variasi jumlah gliserol (5 ml; 10 ml; dan 15 ml) pada titik variable *beeswax* 0 gram menunjukkan grafik menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Sari (2008) dikatakan bahwa semakin banyak jumlah gliserol yang ditambahkan maka kuat tarik suatu kemasan semakin menurun. Hal ini terjadi karena kuat tarik kemasan berkaitan dengan kadar air, dimana jumlah gliserol yang meningkat juga mengakibatkan kenaikan kadar air yang terkandung di kemasan plastik.

Kadar air yang semakin meningkat akan menyebabkan kemasan tersebut semakin tidak elastis dan mudah rapuh karena air mengakibatkan pengurangan kekuatan antar molekul. Kekuatan antar molekul pada *film* kemasan yang semakin menurun mengakibatkan *film* kemasan tidak elastis, sehingga kuat tarik yang dihasilkan akan semakin menurun (*Harris, 1999*). Gliserol mengurangi ikatan hidrogen yang menyebabkan jarak antar molekul semakin merenggang sehingga kekuatan *film* akan berkurang (*Mc Hugh et al., 1994*).

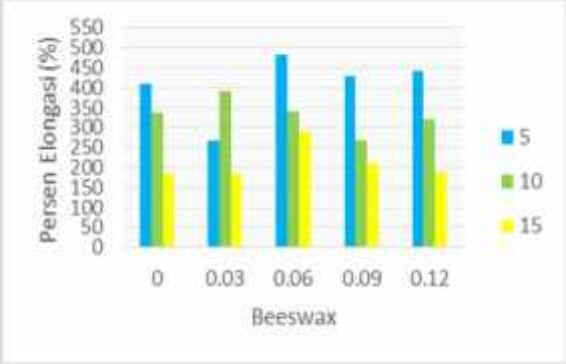
Berdasarkan grafik di gambar 2 menunjukkan pada variasi penambahan gliserol (5 ml, 10 ml, dan 15 ml) dengan penambahan *beeswax* 0,06 gram merupakan hasil yang optimal. Sedangkan pada penambahan *beeswax* sebesar 0,09 gram dan 0,12 gram film kemasan mengalami penurunan kuat tarik. Hasil ini selaras dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Herawan (2015) yang menyatakan bahwa konsentrasi lilin lebah (*beeswax*) yang tinggi menurunkan nilai kuat tarik dari produk edible film pektin pisang, karena *beeswax* merupakan

lipid yang tidak larut dalam air pada pembuatan *film* sehingga ikatan yang terjadi tidak terbentuk dengan baik dan menurunkan nilai kuat tarik produk.

Berdasarkan gambar 2, hasil *tensile strength* tertinggi pada variasi penambahan *beeswax* 0.06 gram dan gliserol 5 ml , pada penambahan ini ikatan yang terjadi antara *beeswax*, gliserol dengan materi lain berlangsung dengan baik membentuk permukaan rapat sehingga menghasilkan *tensile strength* yang tinggi.

c. Hasil Elongasi Film Kemasan

Pada percobaan ini, didapatkan hasil pada variable gliserol 5 ml presentase elongasi optimal di penambahan *beeswax* sebanyak 0,06 gram sebesar 484 %. Pada penambahan 10 ml gliserol di dapatkan hasil elongasi optimal dengan penambahan *beeswax* sebanyak 0,03 gram sebesar 393%. Sedangkan pada penambahan gliserol 15 ml didapatkan hasil elongasi optimal pada penambahan *beeswax* 0,06 gram sebesar 341%. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,06 gram dengan penambahan gliserol sebanyak 5 ml, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh penambahan *beeswax* dan gliserol terhadap persen elongasi film kemasan

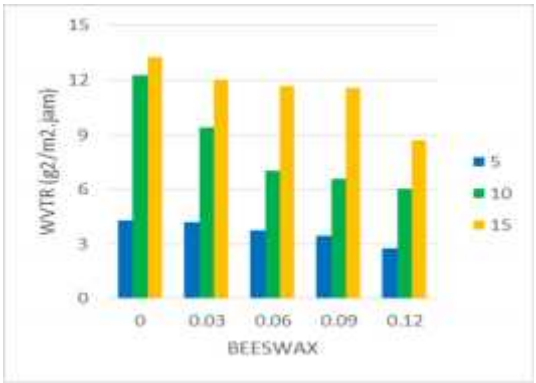
Pengujian elongasi film kemasan dilakukan dengan orientasi *machine direction* Hasil persen elongasi berbanding terbalik dengan *tensile strength*, dengan semakin besar nilai *tensile strength* maka semakin kecil nilai elongasi yang di dapat. Sun et al (2008) menerangkan bahwa nilai elongasi akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan dosis pemlastis. Namun hasil pengujian menunjukkan hal yang sebaliknya dimana nilai elongasi film kemasan mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya volume penambahan gliserol. Hal ini terjadi diduga karena kurang homogennya proses pencampuran sehingga bahan pemlastis tidak terdistribusi sempurna dalam komposit film kemasan dan berdampak pada penurunan persen elongasi film.

Berdasarkan grafik pada gambar 3 menunjukkan penambahan gliserol 5 ml dan *beeswax* 0,06 gram menghasilkan persentase elongasi tertinggi, sehingga dapat disimpulkan pada formulasi ini ikatan yang terjadi antara gliserol, glukomanan, dan *beeswax* berlangsung dengan baik dan menghasilkan kerapatan film yang fleksibel. Berdasarkan analisa ANNOVA, adanya kombinasi perlakuan penambahan *beeswax* dan gliserol berpengaruh sangat nyata terhadap persen elongasi film kemasan yang dihasilkan.

d. Hasil *Water Vapour Transmission Rate* Film Kemasan

Laju permeabilitas uap air (WVTR) merupakan salah satu sifat penting yang menunjukkan ketahanan suatu *film* dalam menjaga kandungan uap air dari bahan yang dikemas. Pada percobaan ini, didapatkan hasil laju transmisi uap air pada variable gliserol 5 ml optimal di penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram sebesar 2,78 g^2/m^2jam. Pada penambahan 10 ml gliserol di dapatkan hasil laju transmisi uap air optimal dengan penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram sebesar 6,0 g^2/m^2jam.

Sedangkan pada penambahan gliserol 15 ml didapatkan hasil laju transmisi uap air optimal pada penambahan *beeswax* 0,12 gram sebesar 8,70 g^2/m^2jam. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram dengan penambahan gliserol sebanyak 5 ml, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh penambahan *beeswax* dan gliserol terhadap laju permeabilitas uap air film kemasan

Berdasarkan grafik pada gambar 4 pada penambahan *beeswax* 0 gram dengan variasi penambahan gliserol (5 ml, 10 ml, dan 15 ml) menunjukkan grafik yang meningkat dengan hasil laju transmisi uap air semakin besar. Hal ini disebabkan karena laju transmisi uap air berhubungan dengan sifat hidrofilik gliserol. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan Ningsih (2015) gliserol memiliki kemampuan yang tinggi dalam mengikat air sehingga menghasilkan nilai laju transmisi uap air yang tinggi.

Plasticizer gliserol akan menyebabkan penurunan ikatan hidrogen internal dan peningkatan jarak intermolekuler yang memudahkan perpindahan molekul uap air. Lebih lanjut menurut McHugh dan Krochta, (1994) *film* kemasan dengan *plasticizer* gliserol memiliki nilai permeabilitas atau ketahanan uap air yang rendah.

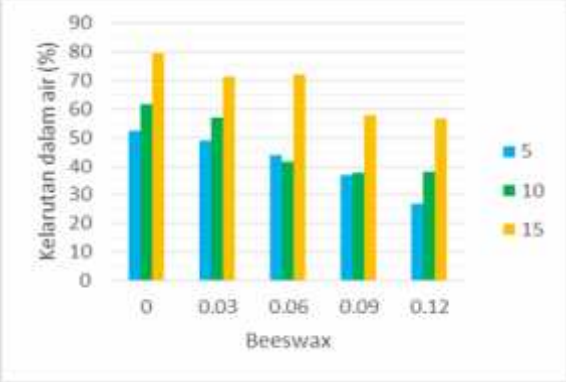
Berdasarkan grafik pada gambar 4 pada penambahan gliserol 5 ml, 10 ml, dan 15 ml dengan variasi penambahan *beeswax* (0g; 0,03g; 0,06g; 0,09g; 0,12g) menunjukkan grafik yang menurun, dengan hasil laju transmisi uap air semakin kecil. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Noviyanti (2014) dimana semakin banyak konsentrasi lilin lebah yang ditambahkan pada *film*, nilai permeabilitas uap air pada *film* semakin menurun. Lilin lebah berfungsi menahan laju transmisi uap air. Pada waktu pengeringan, lilin lebah membentuk jaringan kristal yang berfungsi sebagai penahan uap air. Lebih lanjut menurut Deberaufort (1993) laju transmisi uap air akan menurun dengan meningkatnya sifat hidrofobik dari senyawa penyusun *film*.

Berdasarkan grafik pada gambar 4 dan analisa ANNOVA, adanya kombinasi perlakuan penambahan gliserol dan *beeswax* berpengaruh sangat nyata terhadap laju transimi uap air pada *film* kemasan. Dengan kondisi terbaik pada penambahan *beeswax* 0.12 gram dan gliserol 5 ml. Pada kondisi ini, hasil laju transmisi air kecil sehingga semakin baik suatu film kemasan tersebut apabila diaplikasikan sebagai bahan pengemas karena semakin sedikit uap air yang dapat menembus ke dalam film dan tidak menyebabkan kadar air bahan yang dikemas meningkat.

e. Hasil presentase kelarutan dalam air

Pada percobaan ini, didapatkan presentase kelarutan dalam air pada variable gliserol 5 ml optimal di penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram sebesar 27%. Pada penambahan 10 ml gliserol di dapatkan hasil presentase kelarutan dalam air optimal dengan penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram sebesar 38,10%.

Sedangkan pada penambahan gliserol 15 ml didapatkan hasil presentase kelarutan dalam air optimal pada penambahan *beeswax* 0,12 gram sebesar 52,27%. Dengan data diatas dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,12 gram dengan penambahan gliserol sebanyak 5 ml, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh penambahan *beeswax* dan gliserol terhadap kelarutan film kemasan dalam air

Berdasarkan grafik pada gambar 5 dengan penambahan *beeswax* 0 gram dan variasi penambahan gliserol (5 ml, 10 ml, 15 ml) menunjukkan grafik yang meningkat dengan hasil kelarutan *film* kemasan dalam air semakin besar. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Anandito, dkk (2012) yang menyatakan bahwa adanya penambahan gliserol secara nyata mampu meningkatkan kelarutan film. Hal ini dikarenakan gliserol bersifat hidrofilik yaitu mudah larut dalam air sehingga dapat meningkatkan persentase kelarutan dari suatu *film* kemasan. Lebih jauh menurut Anandito, dkk (2012) semua bahan yang ditambahkan dalam komposit *film* kemasan yang bersifat hidrofilik akan menyebabkan peningkatan persentase kelarutan film, termasuk glukomanan.

Berdasarkan grafik pada gambar 5 pada penambahan gliserol dengan volume 5 ml, 10 ml, dan 15 ml dengan variasi penambahan massa *beeswax* (0 gram; 0,03 gram; 0,06 gram; 0.09 gram; dan 0,12 gram) menunjukkan grafik yang menurun dengan hasil kelarutan *film*

kemasan dalam air akan semakin kecil. Hal ini berkaitan dengan sifat hidrofobik *beeswax* yang cenderung lebih sulit untuk bercampur atau larut dalam air. Kelarutan merupakan tolak ukur ketahanan suatu *film* ketika digunakan untuk pengemasan.

Berdasarkan grafik pada gambar 5 dan analisis ANNOVA, adanya kombinasi perlakuan *beeswax* dan gliserol berpengaruh nyata terhadap presentase kelarutan *film* kemasan dalam air, dengan kondisi perlakuan terbaik pada penambahan *beeswax* 0.12 gram dan gliserol 5 ml

4. KESIMPULAN

a. Nilai ketebalan film kemasan tertinggi pada formulasi penambahan *beeswax* 0,12 gram dan gliserol 15 ml, dengan nilai *tensile strength* 0.12 kg/mm^2 dan persen elongasi 190%
b. Nilai *tensile strength* dan persen elongasi tertinggi pada formulasi penambahan *beeswax* 0.06 gram dan gliserol 5 ml, dengan nilai *tensile strength* 0.46 kg/mm^2 dan persen elongasi 484%
c. Nilai laju permeabilitas uap air film kemasan terendah pada formulasi penambahan *beeswax* 0.12 gram dan gliserol 5 ml dengan nilai *tensile strength* 0.21 kg/mm^2 dan persen elongasi 442 %
d. Presentase kelarutan film kemasan terendah yaitu pada penambahan *beeswax* 0.12 gram dan gliserol 5 ml dengan nilai *tensile strength* 0.21 kg/mm^2 dan persen elongasi 442 %

DAFTAR PUSTAKA

Anandito, R, Nurhartadi dan Akhmad. 2012. Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (Coix lacryma-jobi L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, Vol. V, No. 2, Februari 2012*

Anker, M., Mats, S., and Anne-Marie,H., 2000. Relationship between the Microstructure and the Mechanical and Barrier Properties of Whey Protein Films. *J. Agric. Food Chem*, Vol. 48 : 3806-3816.

Debeaufort F, Martin Polo M, dan Volley. 1993. Polarity Homogenity and Structure Affect Water Vapour Permeability of Model Edible Film. *J Food Sci*. 58:426-434.

Haris, H. 1999. Kajian Teknik Formulasi Terhadap Karakteristik *Edible Film* dari Pati Ubi Kayu, Aren, dan Sagu Untuk Pengemas Produk Pangan Semi Basah. *Disertasi* Program Dokter Ilmu-ilmu Pertanian Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Herawan, C.D. 2015. Sintesis dan karakteristik edible film dari pati kulit pisang dengan penambahan lilin lebah (*beeswax*). Skripsi. FMIPA UNNES Semarang

Irsani, I. N. 2016. Glukomanan Umbi Suweg (Amorphophallus Campanulatus B) Sebagai Inhibitor Enzime α – Amilase *Skripsi*. Malang : Akademi Analis Farmasi Putra Indonesia Malang

Krisna, Adi. 2011. Pengaruh Regelatinasi Dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah (VignaAngularis Sp.). *Thesis*. Semarang : UNDIP

McHugh, T. H dan Krochta, J.M. 1994. Permeability Properties of *Edible Film*. *Di dalam* Krochta, J.M., E.A. Baldwin and M.O Nisperos Carriedo. Edible Coating and Film to Improve Quality. Technomic Publising Co. Inc, Pensylvenia.

McHugh, T,R, and Krochta, J,M. 1994. Dispersed phase particle size effects on water vapor permeability of whey protein-beeswax edible emulsion films, *J, Food Process, Pres,, 18, pp, 173-188*

McHugh, T,H,, Aujard, J,F, and Krochta,J, M. 1994. Plasticized whey protein *edible film*s: water vapor permeability properties. *Journal of food science 59;416 – 419.*

Muranyi,P 2013. Functional Edible Coating for Fresh Food Products. *J. Food Process. Technol*, 4(1), e114

Ningsih, S. 2015.Pengaruh *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *edible film* campuran whey dan agar. *Skripsi*. Fakultas peternakan Universitas Hasanuddin Makassar

Noviyanti.2014. Bioplastik komposit pati tapioka dan lilin Lebah dengan tambahan natrium alginate Sebagai pengemulsi. *Skripsi*. FMIPA Institut Pertanian Bogor

Paramawati, R, Wijaya dan Suminar. 2007. Evaluasi Ciri Mekanis dan Fisis Bioplastik dari campuran Poli Asam Laktat dan Polisakarida. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol 12 No 2 hlm 75-83

Pranamuda, H. 2003. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan baku Pati Tropis*. Hasil Penelitian dari BPPT

Rodriguez, M, J, Oses, K, Ziani, and J,I, Mate. 2006. Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films. *Food Res. Int*. 39: 840-846

Sari, T, Manurung dan Fery. 2008. Pembuatan Edible dari Kolang Kaling. *Jurnal Teknik Kimia*. No 4. Vol 15 Desember 2008

Sumarto. 2000. Mempelajari Pengaruh Penambahan Asam Lemak dan Natrium Benzoat terhadap Sifat Fisik, Mekanik dan Aktifitas Antimikroba Film Edible Kitosan. *Skripsi*. Departemen Ilmu dan teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Sun, Sahomin, Y.Song, Q Zheng.2008. Thermo-molded wheat gluten plastic plasticized with gliserol:effect of molding temperature. *J Food Hydrocoll 22:1006-1013*

Xu, Y.X., K.M. Kim, M.A. Hanna, and D. Nag. 2005. Chitosan-starch composite film: preparation and characterization. *Industrial Crops and Products 21: 185–192*.